

# BEST AVAILABLE COPY

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-200889  
 (43)Date of publication of application : 04.09.1987

(51)Int.Cl. H04N 9/65  
 H04N 9/66

(21)Application number : 61-043039 (71)Applicant : SONY CORP  
 (22)Date of filing : 28.02.1986 (72)Inventor : KITAMURA NORIO

### (54) ENCODING OR/AND DECODING DEVICE FOR COLOR VIDEO SIGNAL

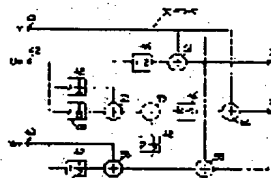
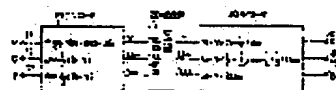
#### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To improve the signal transmission efficiency and to attain encoding processing with a small-sized circuit constitution by transmitting the dynamic range of each color difference signal as well as a maximum permissible value within a transmission dynamic range and expressing a multiplier coefficient at the time of decoding arithmetic with the sum of 2-n.

**CONSTITUTION:** When three primary color signals (R, G and B) of a color video signal are converted into one luminance signal (signal Y) and a pair of color difference signals (signals U and V, for instance), the scale of each color difference signal is expanded so that the range that the level of each color difference signal can take can coincide with that of the level of the luminance signal, and 2-n (n: integer) approximates to the multiplier coefficient with respect to each color difference signal at the time of expressing the three primary color signals with the expanded each color difference signal and luminance signal. Moreover a system YUV is employed as a system consisting of one luminance signal and a pair of color difference signals. Equation group I calculates the luminance signal Y and the expanded color difference signals U<sub>ex</sub> and V<sub>ex</sub>, while equation group II calculates the original three primary color signals R, G and B from said signals Y, U<sub>ex</sub> and V<sub>ex</sub>.

$$\left. \begin{aligned} Y &= \frac{1}{3} (R + G + B) \\ U_{ex} &= \frac{1}{2} (B - Y) \\ V_{ex} &= \frac{1}{2} (R - Y) \end{aligned} \right\} \text{--- I}$$

$$\left. \begin{aligned} R &= Y + \left(1 + \frac{1}{2}\right) V_{ex} \\ G &= Y - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) V_{ex} - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) U_{ex} \\ B &= Y + 2 U_{ex} \end{aligned} \right\} \text{--- II}$$



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-200889

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月4日

H 04 N 9/65  
9/667245-5C  
7245-5C

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 カラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置

⑯ 特 願 昭61-43039

⑰ 出 願 昭61(1986)2月28日

⑱ 発 明 者 北 村 典 生 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内  
 ⑲ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号  
 ⑳ 代 理 人 弁理士 小 池 晃 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

カラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置

## 2. 特許請求の範囲

(1) カラー映像信号の3原色信号を、1つの輝度信号と1対の色差信号に変換する際に、各色差信号のレベルのとり得る範囲が輝度信号のレベルのとり得る範囲に一致するように各色差信号のスケールを拡張し、

これらの拡張された各色差信号と上記輝度信号とに基づいて上記3原色信号を表現するときの各色差信号に対する乗算係数を、 $2^{-n}$  ( $n$ は整数) にて近似することを特徴とするカラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置。

(2) 上記1つの輝度信号と1対の色差信号の系としてYUV系を採用し、輝度信号Yおよび拡張された色差信号 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ を、

$$Y = \frac{1}{27} (8R + 16G + 3B)$$

$$U_{ex} = \frac{1}{2} (B - Y)$$

$$V_{ex} = \frac{2}{3} (R - Y)$$

の変換式により求め、これらの信号Y、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ に基づいて元の3原色信号R、G、Bを、

$$R = Y + \left(1 + \frac{1}{2}\right) V_{ex}$$

$$G = Y - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) V_{ex} - \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right) U_{ex}$$

$$B = Y + 2 U_{ex}$$

の変換式により得ることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のカラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置。

## 3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、例えばRGB表色系のカラー映像信号をYUV表色系等に変換して伝送し、伝送された信号を元のRGB表色系のカラー映像信号に戻

すためのカラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置に関し、特に、ディジタル伝送する際の符号化効率を向上し、デコーダを簡単な論理回路により構成可能とするものである。

#### 〔発明の概要〕

本発明は、カラー映像信号のR、G、Bの3原色信号を、例えばY、U、Vのような1つの輝度信号と1対の色差信号に変換して伝送し、これらの伝送された信号を元の3原色信号に戻すようなカラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置において、各色差信号のダイナミックレンジが輝度信号のダイナミックレンジに略一致するように拡張し、これらの拡張された信号を元の3原色信号に変換するときの変換式の各係数を $2^{-n}$  ( $n$ は整数)の和にて近似することにより、信号伝送効率を高めるとともに、デコード回路構成を簡略化するものである。

#### 〔従来の技術〕

の変換公式によりR、G、Bの信号から変換でき、これらのY、U、Vの信号に基いて、

$$\left. \begin{aligned} R &= Y + 1.14V \\ G &= Y - 0.581V - 0.394U \\ B &= Y + 2.03U \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ②$$

の変換公式により元のR、G、B信号を復元できる。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、カラー映像信号をディジタル伝送(ディジタル記録再生も含む)する場合には、上記各式①、②による変換処理をディジタル的に行わせることが必要とされるが、従来においては、変換テーブルによる変換方式が多く採用されている。

しかしながら、この方式では、Y、U、Vのデータ数に比例して変換テーブルが大ききものとなり、自然画等のような多数色の画像を取り扱う場合には、変換テーブルが大きくなり過ぎるという

カラー映像信号をディジタル化して伝送(伝送路を介しての送受信のみならず、記録媒体に対する記録再生も含む)する場合に、RGBの3原色信号を例えばYUVやYIQ等のような、輝度信号と1対の色差信号の系に変換することが一般に行われている。これは、人間の視覚的な特性として、輝度(明暗)に対する感度(特に分解能)に比べて色彩に対する分解能が低いことより、YUV系やYIQ系等のような表色系のうちの輝度信号Yに対して色差信号U、VあるいはI、Q等を空間的あるいは時間的に間引いて伝送してもカラー画質の劣化が少なく、高効率の信号伝送が行えるからである。

このような1つの輝度信号と1対の色差信号による表色系の一例であるYUV系の各信号は、

$$\left. \begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ U &= (B - Y) / 2.03 \\ V &= (R - Y) / 1.14 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ①$$

不都合がある。

また、上記各式①、②を実際に計算する変換方式も考えられるが、高解像度の画像を短時間で処理しようとする場合には、高速な演算処理が要求されるのみならず、ディジタル演算処理の際の乗算係数としては2進数表示されたものが使用されるから、桁数が少いと上記式①、②の各係数との間の誤差が増大するため、演算器長(桁数)にも充分なビット数が要求され、高速かつ大規模な回路構成が必要になるという欠点がある。

すなわち、例えばいわゆるCD-ROM画像で768×512ドットの解像度の場合の1ドットあたりの復号化処理に割り当てられる時間は約68nsec程度にすぎず、このような短時間に上記②式の計算をある程度の精度を保って行わせるためには、超高速の素子を用いた大きな回路構成が要求され、高価格となってしまふ。

また、Y、U、Vの各信号レベルのとり得る値は、R、G、Bをそれぞれ0.0～1.0の範囲で変換させたときに、 $0.0 \leq Y \leq 1.0$ 、 $-0.436 \leq U \leq$

$0.436 \dots - 0.615 \leq V \leq 0.615$  のようになり、これらの信号をそのままデジタル伝送することは、ダイナミックレンジの有効利用の観点からみて不利である。

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、ハードウェア構成を小さなものとしてでき、デジタル信号伝送の際のダイナミックレンジの観点からの伝送効率を高めることができるようなカラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置の提供を目的とする。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

本発明に係るカラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置は、カラー映像信号の3原色信号(R, G, B信号)を、1つの輝度信号(Y信号)と1対の色差信号(例えばU, V信号)に変換する際に、各色差信号のレベルのとり得る範囲が輝度信号のレベルのとり得る範囲に一致するように各色差信号のスケールを拡張し、これらの拡張された各色差信号と上記輝度信号とに基づいて

まず、一般のカラー撮像素子等のカラー映像信号入力手段においては、RGB表色系の3原色信号R, G, Bが多く用いられており、これらのR, G, B信号を送出したり、記録媒体に記録する際には、輝度信号及び1対の色差信号である例えばY, U, V信号に変換される。このときのRGB系からYUV系への変換公式は、前記①式の通りである。

次に、送受信あるいは記録再生等の方法により伝送されたY, U, V信号等を、カラーCRT(陰極線管)等のディスプレイ装置に表示させたりする場合には、元のRGB系に変換することが必要とされ、このときのYUV系からRGB系への変換公式は、前記②式のようにになっている。

ところで、R, G, B信号の取り得る値を、

$$0.0 \leq R, G, B \leq 1.0 \quad \dots\dots\dots ③$$

とするときの各Y, U, V信号の取り得る値は、それぞれ次の通りとなる。

$$0.0 \leq Y \leq 1.0$$

上記3原色信号を表現するときの各色差信号に対する乗算係数を、 $2^{-n}$  (nは整数)にて近似することを特徴としている。

#### 〔作用〕

伝送路(記録媒体も含む)のダイナミックレンジを有効に利用し得るように、該伝送ダイナミックレンジの範囲内の許容最大値に輝度信号及び各色差信号のダイナミックレンジを描いて伝送することにより、信号伝送効率が向上し、また、デコード演算時の乗算係数を $2^{-n}$ の和で表現することにより、比較的小規模な回路構成で復号化処理が行える。

#### 〔実施例〕

以下、本発明の一実施例として、カラー映像信号の3原色信号R, G, Bを、YUV表色系の1つの輝度信号Y及び1対の色差信号U, Vに変換し、これらのYUV信号系から元のRGB信号系に復元する例について説明する。

$$\left. \begin{aligned} -0.436 \leq U \leq 0.436 \\ -0.615 \leq V \leq 0.615 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ④$$

この④式のような変化範囲の信号を、そのままの値で、例えばダイナミックレンジを±1として符号化することは、ダイナミックレンジ内に信号の取り得ないレベルが含まれることになり、効率的な符号化方式とは言い難い。

そこで、U, V信号の各値が、Y信号と同じダイナミックレンジ1、すなわち±0.5の範囲内に収まるようにスケールを拡張するものである。さらに、YUV系からRGB系への変換が小規模なハードウェア構成で容易に実現できるように、変換式における各係数が $2^{-n}$  (nは整数)の和で表現できるような変換方式を提案するものである。

ここで、信号Vを拡張して得られる $V_{ex}$ を、

$$V = C_v V_{ex} \quad \dots\dots\dots ⑤$$

のように表わすとき、 $V_{ex}$ の取り得る値が $-0.5 \sim 0.5$ の範囲内にある( $-0.5 \leq V_{ex} \leq 0.5$ )ようにするためには、上記⑤式と上記④式より、

$$C_v \geq 1.23 \quad \dots\dots\dots ⑥$$

であることが必要となる。いま、 $V_{ex}$ の係数を $2^{-n}$ の和で近似するための計算を進める上で、上記 $C_v$ の値を例えば $C_v = 1.3$ に選ぶと、前記②式の $R$ 、 $G$ に関する変換式は、それぞれ

$$R = Y + 1.482 V_{ex} \quad \dots\dots\dots ⑦$$

$$G = Y - 0.755 V_{ex} + \alpha(U) \quad \dots\dots\dots ⑧$$

ただし $\alpha(U)$ は $U$ に関する項を示す。

となる。これらの⑦、⑧式の各 $V_{ex}$ の係数を、 $2^{-n}$ の和で近似すると、

$$R = Y + \left(1 + \frac{1}{2}\right) V_{ex} \quad \dots\dots\dots ⑨$$

$$G = Y - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) V_{ex} + \alpha(U) \quad \dots\dots\dots ⑩$$

のように表現することができる。

次に、信号 $U$ についても同様に、

$$U = C_u U_{ex} \quad \dots\dots\dots ⑪$$

と表わし、拡張された信号 $U_{ex}$ を $-0.5 \sim 0.5$ の範囲内に収める( $-0.5 \leq U_{ex} \leq 0.5$ )ためには、上記⑩式と上記④式により、

$$C_u \geq 0.872 \quad \dots\dots\dots ⑫$$

が必要とされる。ここで計算を簡略化するために

カラー映像信号の $R$ 、 $G$ 、 $B$ 信号は、エンコーダ10内で上記④式による変換が行われ、 $YUV$ 系のデジタル信号 $Y$ 、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ となって出力される。これらの出力デジタル信号 $Y$ 、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ は、伝送路や記録媒体等の伝送系20を介してデコーダ30に伝送され、次のような変換公式により元のカラー3原色信号 $R$ 、 $G$ 、 $B$ に変換されて、出力端子31、32、33よりそれぞれ取り出される。

$$\left. \begin{aligned} R &= Y + \left(1 + \frac{1}{2}\right) V_{ex} \\ G &= Y - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4}\right) V_{ex} - \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right) U_{ex} \\ B &= Y + 2 U_{ex} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑬$$

このような⑬式の $YUV \rightarrow RGB$ 変換を行うためのデコーダ30の具体的な回路構成の一例を第2図に示す。

この第2図において、デコーダ30の各入力端子41、42、43には信号 $Y$ 、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ がそれぞれ入力されており、5個の係数乗算器44～

$C_u = 1.0$ 、すなわち $U = U_{ex}$ とすれば、前記②式の $G$ 、 $B$ に関する変換式は、それぞれ

$$G = Y - 0.394 U_{ex} + \beta(V) \quad \dots\dots\dots ⑬$$

ただし $\beta(V)$ は $V$ に関する項を示す。

$$B = Y + 2.03 U_{ex} \quad \dots\dots\dots ⑭$$

となる。これらの⑬、⑭式の各 $U_{ex}$ の係数を $2^{-n}$ の和で近似すると、

$$G = Y - \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8}\right) U_{ex} + \beta(V) \quad \dots\dots\dots ⑮$$

$$B = Y + 2 U_{ex} \quad \dots\dots\dots ⑯$$

となる。

以上に述べた変換式をまとめると、先ず $RGB$ 系から $YUV$ 系( $Y$ 及び $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ )への変換公式は、

$$\left. \begin{aligned} Y &= \frac{1}{27} (8R + 16G + 3B) \\ U_{ex} &= \frac{1}{2} (B - Y) \\ V_{ex} &= \frac{2}{3} (R - Y) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑰$$

となる。すなわち、第1図において、エンコーダ10の3入力端子11、12、13に供給された

48、符号反転回路50および6個の加算器51～56によって、上記⑱式の演算が実行されて、各出力端子31、32、33より信号 $R$ 、 $G$ 、 $B$ がそれぞれ取り出されるようになっている。ここで、各係数乗算器44～48は、いずれも $2^{-n}$ ( $n$ は整数)を乗算するものであるから、デジタル演算の際には、いわゆる算術右方シフトや左方シフトのようなビットシフト処理のみにより乗算結果を得ることができ、高速演算が可能であるとともに、回路構成が極めて簡単で済む。また、2の補数表示されたデジタルデータの場合の符号反転回路50については、全ビットのインバート(0、1の反転)と+1(インクリメント)により容易かつ高速に実現でき、加算器51～56の個数も6個と少数で済むため、デコーダ30を例えば1200ゲート程度で構成できる。これは、従来のデコーダに必要とされた8000ゲートに比べて、極めて小規模な回路構成であり、上記⑱式により変換された $Y$ 、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ に対する逆変換の式⑬を忠実に実現するものであるため、精度も高いも

のとなっている。

また、拡張されたYUV系における各信号Y、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ のそれぞれ取り得る値としては、上記⑥式のR、G、Bの変化範囲を0.0～1.0とするとき、

$$\left. \begin{aligned} 0.0 &\leq Y \leq 1.0 \\ -0.444 &\leq U_{ex} \leq 0.444 \\ -0.469 &\leq V_{ex} \leq 0.469 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑨$$

となり、ダイナミックレンジ1.0（あるいは±0.5）内にY、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ を比較的効率良く収めた形態で変換符号化することが可能となる。また、これらの拡張されたYUV信号系と、本来の（拡張なしの）YUV信号系との互換性もある程度考慮されており、第1図のデコーダ30に上記①式の変換公式に基く拡張なしのYUV信号が供給されても、実用上ほとんど問題のない程度にRGB系への変換が行われる。

ところで、上記⑦式に示すようなエンコード時

$$G = Y - \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} \right) V_{ex} + \alpha(U) \dots\dots\dots ⑩$$

ただし $\alpha(U)$ はUに関する項を示す

となる。次に、 $U = C_u U_{ex}$ を前記②式のB、Gに関する変換式にそれぞれ代入し、上記⑩式の $C_u \geq 0.872$ の条件を満たすような各 $U_{ex}$ の係数についての $2^{-n}$ の和による近似を行うと、

$$B = Y + \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{32} \right) U_{ex} \dots\dots\dots ⑪$$

$$G = Y - \left( \frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} \right) U_{ex} + \beta(V) \dots\dots\dots ⑫$$

ただし $\beta(V)$ はVに関する項を示す

となる。このときのエンコーダ側でのRGB系から拡張YUV系への変換公式は下記⑬式のようになり、デコーダ側での拡張YUV系からRGB系への変換公式は、下記⑭式のようになる。

$$\left. \begin{aligned} Y &= \frac{1}{1457} (437R + 855G + 165B) \\ U_{ex} &= \frac{32}{57} (B - Y) \\ V_{ex} &= \frac{32}{45} (R - Y) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑬$$

$$\left. \begin{aligned} R &= Y + \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{32} \right) V_{ex} \\ G &= Y - \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} \right) V_{ex} - \left( \frac{1}{4} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} \right) U_{ex} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots ⑭$$

の変換公式中の各乗算係数については、必ずしも $2^{-n}$ の和とはなっていないが、例えばいわゆるCD-ROM等への適用を考える場合に、エンコーダ10はソフト供給側あるいはメーカ側で使用されるものであり、回路構成の大規模化や高価格化は大きな欠点とはならない。これに対して、デコーダ30はユーザ側の機器に用いられるものであり、回路構成の小規模化や低価格化が極めて重視されるわけである。

次に、本発明の他の実施例として、上記拡張されたU、V信号である $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ を、上記⑥式や⑫式を満足する範囲内でさらに高精度に近似する場合について説明する。

この場合、 $V = C_v V_{ex}$ を前記②式のRに関する変換式に代入すると、

$$R = Y + 1.14 C_v V_{ex} \dots\dots\dots ⑮$$

となり、上記⑥式の $C_v \geq 1.23$ を満足する条件の下に $V_{ex}$ の係数を $2^{-n}$ の和で近似すると、

$$R = Y + \left( 1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{32} \right) V_{ex} \dots\dots\dots ⑯$$

また、Gに関する変換式についても同様に、

$$B = Y + \left( 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{32} \right) U_{ex} \dots\dots\dots ⑰$$

また、拡張YUV系の各信号Y、 $U_{ex}$ 、 $V_{ex}$ のそれぞれ取り得る値は、 $0.0 \leq R, G, B \leq 1.0$ のとき、

$$\left. \begin{aligned} 0.0 &\leq Y \leq 1.0 \\ -0.498 &\leq U_{ex} \leq 0.498 \\ -0.498 &\leq V_{ex} \leq 0.498 \end{aligned} \right\}$$

となり、ダイナミックレンジ1あるいは±0.5内に効率良く収まっている。

ただし、この第2の実施例の場合には、上記⑯式からも明らかなように、デコーダ回路構成がやや複雑化する虞れがあり、特に信号伝送効率を重視する場合にのみ有用である。

なお、本発明は、上記実施例のみに限定されるものではなく、例えば、本来のYUV系とRGB系との間の変換公式の各係数により近い値であり、かつ $2^{-n}$ の和で近似できるような拡張U、V信号

の各係数の組を選び、本来のYUV信号と拡張YUV信号との間の互換性を重視させるようにしてもよい。さらに、本発明をRGB系とYIQ系との間の信号変換に適用することも容易に実現可能であり、この他種々の輝度信号と1対の色差信号との表色系とRGB系との間の信号変換に適用できることは勿論である。

10…エンコーダ

20…伝送系

30…デコーダ

特許出願人 ソニー株式会社

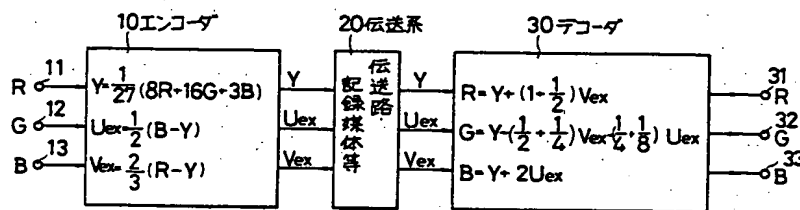
代理人 弁理士 小池 晃  
同 田村 栄一

#### 〔発明の効果〕

本発明のカラー映像信号のエンコード及び／又はデコード装置によれば、3原色信号を1つの輝度信号と1対の色差信号に変換してデジタル伝送する際の信号伝送効率が高くなるとともに、デコーダ側でのデジタル信号処理が簡単な回路構成で高速かつ高精度に行える。

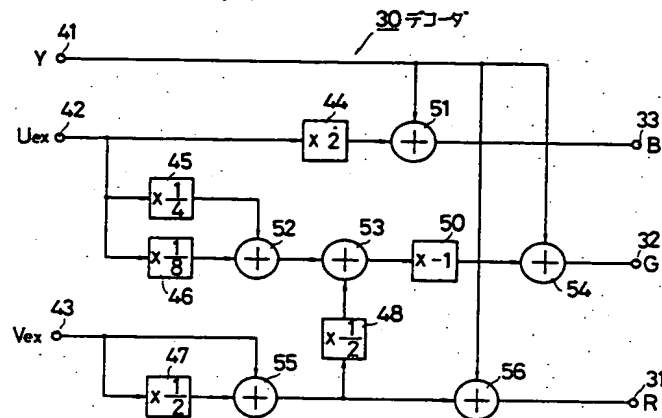
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を概略的に示すブロック図、第2図はデコーダの回路構成の具体例を示す回路図である。



本発明の一実施例

第1図



デコーダの具体例

第2図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**